

VITAROVAT

Megjegyzések a talaj termékenységének növelésére irányuló tudományos munkáról

SCHÖNFELD SÁNDOR

Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest

Gyakran tapasztalható, hogy a növénytermesztésről, nevezetesen annak fejlesztéséről szóló közlemények — nemcsak a napisajtóban közölt cikkek, hanem szakdolgozatok is — olyan szemléletmódról tanúskodnak, mely a jelenlegi tudományos eredmények fényében már nem korszerű.

Kétségtelen, hogy a szakmai ismereteknek még korántsem kielégítő fejlettsége sok bizonytalanság és hiba előidézője, e hibák közül azonban kettő feltétlenül szemléletmódbeli, szinte világnézeti jellegű. Az egyik a szemléletmód túlnyomóan mennyiségi jellege, a másik annak erős egyoldalúsága. Alább részletesen igyekszem jellemezni e fogalmakat, itt csak annyit jegyzek meg, hogy a két hiba eredete közös, ti. az empirizmusban rejlik. Az empirizmus csak formai összefüggéseket mutat ki különböző jelenségek között, ezen mit sem változtatnak a szokásos korrelációs és trend-számítások, mert azokból közvetlenül nem vonhatók le következtetések a kimutatott összefüggéseknek — vagy azok hiányának — okaira, magyarázatára. A tudományos gondolkodás azonban mindig okozati összefüggéseket keres, mert csak ilyenekből vezethetők le *törvényszerűségek*, míg az egyszerű empirikus összefüggésekből csupán *szabályszerűségek* adódnak, melyek alól gyakran sok kivétel van anélkül, hogy tudhatnók, mely esetek kivételesek és miért azok? (Ezzel korántsem kívántam pontos meghatározását adni a „törvényszerűség” és „szabályszerűség” fogalmának, csupán rámutatni az alapvető különbségre a kettő között.)

A mennyiségi elv

Az iparban pl. sokszor érvényesül a mennyiségi elv, méghozzá a legegyszerűbb alakjában, lineárisan. Ha pl. megkétszerezzük, vagy megháromszorozzuk a feldolgozott vasérc mennyiségét, akkor (egyenlő kihasználást feltételezve) 2-szer vagy 3-szor akkora lesz a nyersvas mennyisége is. Ámde az iparban sem áll fenn a linearitás mindig és mindenütt, még kevésbé a növénytermesztésben, legfeljebb a termésgörbe bizonyos szakaszán ($x = a$ változtatott tényező értéke, $y = a$ termés hozam). Igaz, hogy — mint látni fogjuk — éppen a termésgörbének eme lineáris szakasza lehet nagy jelentőségű. Ennek tárgyalása előtt azonban célszerű lesz a fentemlített másik fogvatékosság, az egyoldalúság, értelmezése.

A szemléletmód egyoldalúsága

A korszerű, materialista filozófia ismeretelméletének fontos alaptétele, hogy minden törvényszerűség csak oly módon és mértékben érvényesül,

amilyenben azt a fennforgó feltételek engedik, lehetővé teszik. A növénytermesztésben sok feltételtől függ a törvényszerűség kibontakozása (az ti., hogy a mag kicsírázik, anyagok szintézise révén növényké fejlődik s termést hoz); e feltételek a termőhelyi tényezők. Ezeknek „hatásfok”-a igen különböző, értvén a hatásfok alatt a termés hozam megváltozásának ama mértékét, mely valamelyik tényező értékének egyenletes növelése nyomán áll be. Az egyik tényező esetében gyorsabb, a másikéban lassúbb ütemű lehet a termés növekedése, vagyis a termés görbe meredekebb, vagy laposabb lesz. Így pl. a tapasztalat szerint a vízellátás módosítása általában sokkal nagyobb különbségeket idézhet elő a terméshozamokban, mint a foszfortrágya-adagok különbözősége, vagyis a víz termés görbéje meredekebben fut, mint a foszforé. Ez a szabály azonban, mint sok más is, csak bizonyos határok között érvényes, annál is inkább, mert ugyanannak a tényezőnek a hatásfoka sem marad állandó.

Éppen a hatásfokok eltérő voltából következik az is, hogy az a szint, melyen valamely termés görbe mozog — és ezzel kapcsolatban szükségképp az illető termés görbe átlagos hajlásszöge is — igen különböző lehet a többi termőhelyi tényező alakulása szerint. A további, önként adódó, következtetés pedig az, hogy nem sok értelme van az olyan — egyoldalú — vizsgálódásnak, mely csupán egyetlen tényező értékének alakulása és a termés hozam között igyekszik összefüggést felmutatni, más tényezők figyelembevétele nélkül.

A talaj trágyaszükségletének meghatározására szolgáló, jórészt századunk 20-as és 30-as éveiben kidolgozott, ún. „határértékes” laboratóriumi módszerek azonban ilyen egyoldalú szemléletmódból eredtek.

(A szabály köztudomásúan mindig így szólt: „Ha a talajnak e módszerrel meghatározott — oldható, felvehető — tápanyagtartalma nem ér el bizonyos határértéket, akkor várható terméstopplett a trágyázástól; nem várható, ha a tápanyagmennyiség felette van a határértéknek. Igen nagy számú dolgozat jelent meg 1922—1944. között, főként az alábbi folyóiratokban: Z. Pflernähr. Düng.; Landw. Jahrb.; ill. a Mezőgazdasági Kutatások-ban.)

Az természetesen kitűnt, hogy azonos vizsgálati módszer esetében sem alkalmazható mindig ugyanaz a határérték, hanem az változik a talaj és a termesztett növény szerint [8]. 'SIGMOND [12] már jóval előbb különböző határértékeket használt a talaj lúgossági fokának megfelelően; később RIEHM [10] számolt más-más határértékekkel a különböző pH-jú és kötöttségű talajok esetében stb. A figyelembe vett egyéb tényezők száma azonban mindig igen csekély volt. Még sajnálatosabb az a tény, hogy az ily irányú kutatások csaknem mindig és mindenütt igen elaprózottan, a legkülönbözőbb egyéni elképzelések szerint folytak, sohasem került sor olyan nagyobb arányú, szigorúan egységes tervezet szerint lebonyolított kísérletsorozatokra, melyekben uralkodó lett volna a helyesen értelmezett szinoptikus szemléletmód, vagyis az együttes figyelembevétele mindama tényezőknek, melyek hatással vannak az eredményre.

A szemléletmód megváltoztatásának szükségessége.

A fizikai talajsajátságok jelentősége

Ismeretes, hogy jelenleg már sok, fejlett mezőgazdasággal bíró országban olyanok a termésátlagok, amilyenek még egy emberöltővel ezelőtt csak a vágyálmok világában léteztek. [14]. Köztudomású az is, hogy a rendszeresen használatos műtrágyaadagok is sokkal nagyobbak mint azelőtt, általában

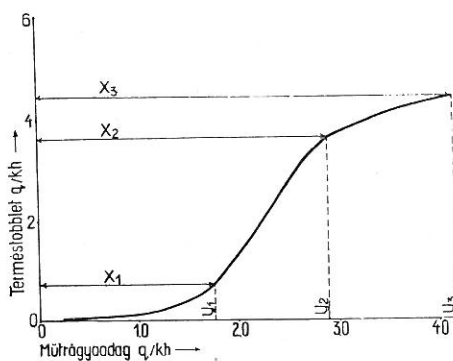
növekvő tendenciát mutatnak. De számos tapasztalat tanúsítja, hogy a termések ily nagyarányú növekedése nem érhető el pusztán a műtrágyázással, hanem oly körülményeket kell létesíteni a termőhelyen, elsősorban a talajban, melyek között nagy hatásfokkal érvényesülhetnek a műtrágyák (feltéve, hogy nem tápanyagokkal bőven ellátott talajokról van szó).

A műtrágyák érvényesülése tekintetében igen fontosak a talaj kedvező fizikai sajátosságai, víz- és légjárhatósága. Az NSzK földművelői körében már régóta elterjedt nézet az, hogy az „első helyen áll a talajművelés, helyesebben a talajápolás, a másodikon a trágyázás” [4]. A kedvezőtlen fizikai talajsajátságok megakadályozhatják a trágyahatást akkor is, ha a talaj tápanyagokban szegény [9].

A termésgörbék valódi alakja

A fent már említett termésgörbékről általában, főként MITSCHERLICH [7] idevágó fejtegetései óta, az a felfogás uralkodik, hogy azok egyenlete általában logaritmikus. Nem nehéz azonban annak felismerése, hogy ez a nézet *gyakorlatilag* helytelen, mégpedig a következő okból:

Köztudomású, hogy egészen kis (10—30 kg/kat. hold) műtrágyaadagok nem használatosak, sőt szuperfoszfátból nem szoktak kevesebbet adni 1 k. holdra 80—100 kg-nál, mert az ilyen csekély adagoknak nincs kimutatható termésfokozó hatásuk. A bizonyos határon felüli adagok pedig a közepeseknél kisebb hatásfokúak (a hatásfok = kg termés/kg műtrágya). Eszerint a gyakorlati termésgörbék alakja kb. olyan, amelyet az 1. ábra mutat, vagyis inflexiós.



1. ábra
Termésgörbe

A termésmennyiség az x_1 — x_2 intervallumban nő a leggyorsabban x növekedésével, tehát a műtrágya hatásfoka (dy/dx) itt a legnagyobb, x -nek e zónán kívüli értékei esetén mindenütt kisebb. Ebből következik, hogy a leggazdaságosabb a műtrágyázás x_1 és x_2 közötti adagokkal, jóllehet a termés nem itt a legnagyobb.

A termésgörbéknek a fent vázolthoz hasonló alakulását már BOGUSLAWSKI [2] is megfigyelte, legújabbán pedig ATANASIU és SCHNEIDER [1] foglalkoztak a lehetséges termésgörbe-alakokkal, illetőleg az azok jellemzésére alkalmasnak látszó egyenletekkel. Kérdés azonban, hogy indokolt és érdemes-e ily egyenletek szerkesztése, amíg csak igen hiányosan ismeretesek azok az okozati összefüggések, melyek következtében egyszer az egyik, máskor a másik görbetípus lép fel. Éppen az ilyen, kellő megalapozás nélkül szerkesztett egyenletek a jellegzetes példái a bevezetőben említett empirizmusnak!

Igen hálás feladat lenne az idevágó kutatómunka számára oly trágyázási kísérletek lebonyolítása, melyek eredményei világos választ adnának arra a kérdésre, hogy a termőhelyi tényező-értékek bizonyos kombinációi esetén (pl. növekvő P-adagok, kisebb-nagyobb adagú NK-trágyázással, vagy különböző

művelési módokkal kapcsolatosan) hogyan alakulnak a termésgörbék, nevezetesen, hogy a kritikus szakaszuk (x_1-x_2) hogyan helyezkedik el. Esetleg kitűnne, hogy x_1 és x_2 értéke adott talajra viszonylag szűk határok között ingadozik, vagy pedig ha ez nem áll, akkor bizonyos szabály szerint változik. Mindenképp lehetőség nyílna ily tapasztalatok alapján a leggazdaságosabb műtrágyafelhasználásra. Kétségtelen, hogy az eme cél érdekében végzendő precíz kísérleti munka igen nagyarányú lenne, de feltétlenül inkább megérné a ráfordítást, mint az az igen elterjedt eljárás (melyre fent már utaltam), hogy minden kutató külön-külön folytatja kísérleteit, más-más kérdéseket vet fel és más-más módszereket alkalmaz — ami végül is oda vezet, hogy az elért eredmények nem hasonlíthatók össze egymással, tehát nincs mód a tapasztalatok átvitelére, általánosabb érvényű következtetések levonására.

A talajvizsgálati módszerekről

A szakemberek az idők folyamán köztudomásulag igen nagy számú laboratóriumi módszert dolgoztak ki a talaj vizsgálatára avégből, hogy e módszerek adataiból következtetéseket vonjanak le a termékenység fokozásának lehetőségeire nézve. Jól ismeretes azonban az is, hogy e következtetések, főként a tápanyagellátás vonalán, korántsem bizonyultak mindig helytállóknak. Sőt, tekintettel az ezirányú munka óriási volumenére, az elért eredmények igen szerényeknek mondhatók, nem kielégítőek.

A sikernek ily mérsékelt volta egy elvi okra vezethető vissza, az alábbi megfontolás értelmében:

A tenyészdíó folyamán változik, ha nem is valamennyi, de mindenesetre néhány termőhelyi tényező értéke, így többek között a talaj tápanyagállapota [13]. A vizsgálatoknak tehát azt kellene célul kitűzniök, hogy jellemezzék a talaj *viselkedését*, vagyis az egyes sajátságok *változékonyságát*, *nem pedig azok értékeit egy tetszőleges* (rendszerint a tenyészdíó kezdete előtti) *időpontban, tetszőleges körülmények* (pH stb.) *között*. Ha ugyanis valamely sajátság változik, vagyis van *időgörbéje* — éppen ez jellemzi a talaj viselkedését — akkor a szokásos vizsgálati adat emez időgörbe egyetlen pontját adja meg, melyből semmiféle következtetés nem vonható le a görbe alakulására nézve, későbbi időpontokban!

Az időgörbékről

Az időgörbe felvétele azt jelenti, hogy azonos helyen, különböző időpontokban vett mintákon határozzuk meg valamely termőhelyi tényező értékét. Ez sok kísérletben megtörtént és megtörténik ugyan, néha teljes folytonossággal, de csak az időjárási tényezőkre, nem a talajsajátságokra vonatkozólag. Ennek oka valószínűleg az, hogy a kis időközökben megismételt mintavételek és vizsgálatok igen nagy munkát rónának a kutatóintézetekre. Mindazonáltal szükségesnek látszik legalább néhány ilyen tájékoztató vizsgálat sorozat elvégzése annak tisztázására, hogy mutatkoznak-e kifejezett tendenciák, illetőleg az egyes talajfeleségek szerinti különbségek az időgörbék alakulásában s azok hogyan függenek össze pl. a nedvességi és hőmérsékleti viszonyokkal. Ilyen kapcsolatok, különösen a hőfokkal, bizonyára kimutathatók lennének [6].

Kétségtelen, hogy a talajsajátságok közül az oldható tápanyagmennyiségek azok, melyeknek döntő jelentőségük van a terméseredmény szempontjából,

hacsak a többi tényező alakulása nem nehezíti, vagy akadályozza meg a növény tápanyagfelvételét. Feltehető szerint, hogy a növény tápanyagellátásának mértéke ily hátrányos tényezők nélkül kb. arányos az oldható tápanyag-mennyiséggel — bizonyos határok között. Ebből viszont következik, hogy javul a tápanyagellátás, ha az oldható tápanyag időgörbéje felfelé ível és viszont. Lehetséges, hogy a tápanyaggörbe hullámozása magyarázza meg a határértékes tápanyagvizsgálati módszerek adataiból levont következtetések számos kudar-cát. Pl., ha a vetés előtt végzett vizsgálat szerint túl kevés volt az oldható tápanyag a talajban, de annak mennyisége nőtt a növény fő tápanyagfelvételi időszakában, akkor a trágyázás ezért maradt hatástalan. A régi, statikus fel-fogás értetlenül állott az oly esetek előtt, melyekben a trágyázás terméstöbble-tet adott, noha a talaj tápanyagtartalma a vizsgálat időpontjában meghaladta a határértéket. A fent kifejtett dinamikai szemlélet számára teljesen érthetők az ilyen tapasztalatok is: az oldható tápanyag mennyisége, trágyázás nélkül, nyilván csökkenő tendenciát mutatott a tápanyagfelvétel fő időszakában.

A talaj pufferképessége, vagy tompítókészsége

Nagyobb számú vizsgálati adat hiányában is bizonyosra vehető, hogy az egyes sajátságok időgörbéi különböző talajokban különböző mértékű hullám-zást mutatnak. E hullámozás mértéke pedig végeredményben két tényezőtől függ: Az egyik, a talajt érő behatás erőssége, a másik az ellenállás, melyet a talaj a behatással szemben kifejt s melyet pufferképességnek, vagy tompító-készségnek nevezhetünk.

A pufferképesség kifejezés kezdetben csak a talaj kémhatásával, pH-számával kapcsolatban volt használatos [5]. Azt a sav- vagy lúgmennyiséget értették alatta, mely szükséges volt ahhoz, hogy a pH-szám egy egységgel megváltozzék. Könnyen megfigyelhető, hogy a tompítókészség a talajfélség szerint változik akkor is, ha nem meszes talajról van szó. (Erősen meszes talaj-nak, még ha homok is, természetszerűleg nagy a tompítókészsége, legalábbis savakkal szemben.) A tompítókészség fogalma azonban nem korlátozható pusztán a reakcióviszonyokra. Minden talajsajátságnak jellemzője bizonyos tompítókészség, mely megnyilvánul abban, hogy a szóban forgó sajátság szám-értéke adott erősségű behatás esetén kisebb-nagyobb mértékben megváltozik.

Az OMMI talajlaboratóriumaiban — legalábbis a budapestiben — szoká-sos eljárás, hogy az oldható P_2O_5 -t RIEHM—VÁRALLYAY és az oldható K_2O -t NEHRING szerint nemcsak az eredeti talajban határozzák meg, hanem a 10—10 mg P_2O_5 -tel, illetőleg K_2O -val trágyázott talajban is (100—100 g talajra számít-va a megadott tápanyagmennyiséget). A trágyázott talajjal kapott érték azon-ban úgyszólván sohasem 10 mg-al nagyobb a trágyázatlan talajban meghatáro-zottnál, mert a hozzáadott P_2O_5 vagy K_2O egy része „adszorbeálódik”, azaz oldhatatlanná válik; ez a törtrész különösen a P esetében igen nagy (70—80%) is lehet, vagyis az eredeti oldható tápanyagmennyiség alig változik a trágyázás hatására. Úgy is mondhatjuk, hogy a talaj tompítókészsége a P vonalán sok-szor igen nagyfokú. Az adott erősségű behatás — 10 mg P_2O_5 vagy K_2O hozzá-adása a talajhoz — tehát annak tompítókészsége szerint idéz elő kisebb, vagy nagyobb mértékű változást. Logikusnak látszik a feltevés, hogy nagyfokú tompítókészség esetén nem igen várható a trágyázás termésmenővelő hatása, még akkor sem, ha az oldható tápanyag eredeti mennyisége csekély. Feltehető

az is — ez természetesen kísérleti bizonyításra szorul — hogy ily esetben a termésgörbe x_1 és x_2 értéke jóval nagyobb lesz, mint kisebb tompítóképességű talaj esetében.

A talaj: oldószer-arány jelentősége

A tápanyag-vonalon érvényesülő tompítóképességre nézve minden valószínűség szerint oly módon is vonhatunk le következtetéseket, hogy nem trágyázzuk a talajt, hanem változtatjuk a talaj: oldószer-arányt. Ily vizsgálatokkal kísérte meg annak idején VAGELER [3] az összes oldható K_2O meghatározását a talajban, bár számításmódja (itt nem részletezendő okok miatt) helytelen volt. Magam is végeztem ily irányú vizsgálatokat, melyek néhány eredményét az alábbi 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

Az NH_4Cl -el kicserélhető K_2O alakulás a talaj: oldószer-arány változásával (mg/100 g talaj)

(1) A talaj sorszáma	(2) A 100 g talajra eső NH_4 mg-é-k száma		
	62,5	125	500
A) <i>Mészszegény talajok</i>			
551/1	8,2	10,5	20,0
7014	10,0	15,7	39,0
562/25	18,4	28,2	40,0
6946	23,8	33,3	62,6
B) <i>Meszes talajok</i>			
2804	10,8	15,0	24,0
8330	17,0	21,2	48,0
4762/1	20,7	26,9	41,0
8044/A	24,6	30,0	54,0

2. táblázat

A foszforsav oldódása különböző pH-jú közegben (P_2O_5 mg 100 g-ban)

pH	(1) A talaj sorszáma		
	9262/1	B17	1871
6,50	1,8	—	2,8
6,00	2,5	—	4,2
5,50	4,0	16,7	7,0
5,25	4,3	20,5	10,7
5,00	5,1	25,0	13,3
4,75	5,7	31,5	16,0
4,50	6,3	39,5	18,4

Mint látható, a talaj: oldószer-arány lényegesen befolyásolja az oldatba ment K_2O mennyiségét. Az oldódási görbék többé-kevésbé eltérően alakulnak az azonos — meszes, illetőleg nem meszes — csoportokon belül is. Egy-egy tetszésszerű aránnyal kapott érték alapján tehát nem következtethetünk biztonsággal arra, hogy mekkora lenne az oldható K_2O mennyisége egy másik arány esetében.

Bizonyos fokig hasonló az eset a savban oldható P_2O_5 -öt illetően is. Itt különösen a közeg pH-jának van erős hatása az oldható P_2O_5 mennyiségére, amint azt a 2. táblázat mutatja.

Kitűnik e táblázatból, hogy a pH-szerű oldódási görbe némely talaj esetében csak igen kevésbé, máskor jóval meredekebben emelkedik a proton-koncentráció növekedtével. Az egy-egy tetszőleges pH-nak megfelelő érték tehát nem jellemzi a görbe alakulását.

A két említett tápanyagra nézve eszerint levonható az a következtetés, hogy nem az adott körülmények között oldható mennyiségek a döntők, hanem az oldódási görbék. Csak ezek alapján állapítható meg, legalább közelítőleg,

hogy milyen mértékű lehet a tápanyagok oldódása olyan viszonyok között, amilyenek a gyökerek tápanyagfelvételekor uralkodnak a talajban.

Pontok helyett grafikonok

A talaj *viselkedését* — mint fent már említettem — csak a fentiekhez hasonló *tompítási görbék* (puffergörbék) felvétele révén ismerhetjük meg. Arról van tehát szó, hogy valamely behatás különböző mértékben éri a talajt s megfigyeljük az általa előidézett változásokat. Ez a módszer lényegileg már használatos is néhol, pl. a szikjavításban, mikor is a kémcsőben vizet és különböző mennyiségű javítóanyagot adván a talajhoz, észleljük a felrázott szuszpenzió ülepedésének mértékében mutatkozó eltéréseket.

Az említett laboratóriumi trágyázáskor tapasztalható tápanyagadszorpció egymagában nem sokat mond. Ti. mindig csak egy-egy pontját kapjuk meg az adszorpciós görbének, melynek alakja ezáltal nem válik ismeretessé. Lehetséges azonban pl., hogy a P_2O_5 adszorpciós görbéje bizonyos ponton ugrásszerűen változtatja irányát, nevezetesen, hogy míg a mg hozzáadott P_2O_5 alig idéz elő változást az oldható foszforállományban, a csak kevéssel nagyobb adag — b — már lényegesen több oldható P_2O_5 -t eredményez, ami (a természetesen még kísérleti bizonyításra szoruló feltevés értelmében) azt jelenti, hogy a kisebb P-trágyaadagnak még nincs termésmnövelő hatása (ez tehát alatta marad az 1. ábra szerinti x_1 -nek), a nagyobb adag viszont már jelentősen növelni fogja a termést, mert közel jár x_2 -höz. Nem valószínűtlen, hogy az ilyen és hasonló tompítási görbék jó felvilágosítást nyújtanának a különböző gazdálkodási műveletek hatásfokára és így végeredményben a jövedelmezőségükre nézve.

A foszforral kapcsolatban fent kifejtett elvi megfontolás természetesen más tényezőkre is alkalmazandó lenne, de csak egyet kívánok röviden megemlíteni s ez a növény vízellátása. A céltudatos, korszerű gazdálkodás köztudomásulag mindig arra törekszik, hogy öntöző és lecsapló berendezések segítségével megfelelően szabályozza a vízellátást. Igen lényeges azonban, hogy megismerjük ennek „tompítási görbéjét”, mely megmutatja, hogy a különböző mértékű vízellátás hogyan befolyásolja a terméseredményt. Számos tapasztalat szerint [11] ugyanis igen jelentős különbség lehetséges a „jó” és a valóban leghelyesebb, tudományos felismerések által megalapozott vízszabályozási mód hatása között. A „kissé túl kevés”, vagy a „kissé túl sok” erősen rovására mehet az eredményeknek. Nem kizárt eset az sem — erre nézve még nem igen állanak rendelkezésre megbízható kutatási adatok — hogy a gyökerek kicserélő ionokat (H^+ és HCO_3^-) termelő képessége összefügg a vízellátás mértékével, aminek következtében érvényesül a gyökérszónában az a jelenség, melyről az 1. és 2. táblázatban feltüntetett adatok tanúskodnak, ti., hogy a kicserélő ionok egységnyi talajra eső számának növekedtével nő a kicserélt ionok száma is, mégpedig a talaj jellege szerint változó mértékben. A vízellátásnak bizonyos határok közötti fokozódása pedig éppen azt jelentheti, hogy, bár a talajoldat ionkoncentrációja nem változik, vagy éppen csökken, mégis több kicserélő ion jut egy súlyrész talajra s így szaporodnak a kicserélt, felvehetővé vált ionok is.

A fentiekben csak rövid, vázlatos képet kívántam nyújtani néhány olyan jelenségről, melyeket az idevágó kutatások ezideig túl kevés figyelemre méltattak. Érdemes lenne a szóbanforgó jelenségek behatóbb tanulmányozása.

Összefoglalás

A talaj termékenységeinek, illetőleg a termékenység fokozási lehetőségeinek a talajvizsgálati adatok alapján történő megítélése a múltban csak közelítő pontossággal volt lehetséges. Sok ellentmondás merült fel az elméleti következtetések és a gyakorlati tapasztalatok között. Ez ellentmondások legfőbb okai valószínűleg a következők:

1. A mennyiségi elv mechanikus alkalmazása, ami figyelmen kívül hagyja a termésgörbék valódi alakját, mely utóbbinak egyenletekkel való jellemzése gyakran problematikus értékű.

2. Az „egyoldalú összefüggések” elmélete, melynek értelmében határozott, állandó összefüggés van egy-egy termőhelyi tényező (talajsajátság) értéke és a terméseredmény között. Ilyen pl. a határértékes módszerek elmélete, melyben szintén a mennyiségi elv nyilvánul meg, de nem jut kifejezésre az a felismerés, hogy a különböző termőhelyi tényezők *együttes* hatása hozza létre a terméseredményt. Ez együttesnek minden tényező csak az egyik összetevőjét képezi s jelentőségük változik a többi tényező alakulása szerint, a szinoptikus szemléletmód értelmében.

3. A termőhelyi tényezők fontos csoportját alkotó talajsajátságok (pl. a növény által felvehető tápanyagmennyiségek) nem állandók, hanem változhatnak, ingadozhatnak. E változások kihatással lehetnek a terméshozamra, a törvényszerűségek (vagy szabályszerűségek) azonban, melyek szerint e változások végbemennek még csak kevésbé ismeretesek.

Megbízható, idevágó tapasztalatok nélkül azonban nem dönthető el biztonsággal, hogy a gazdálkodás különféle műveletei mikor és hogyan módosítják a növények tenyészfeltételeit.

Irodalom

- [1] ATANASIU, N. & SCHNEIDER, B.: Zur Frage der Gestalt der Ertragskurve. Z. Acker- u. PflBau. **121**. 334—341. 1965.
- [2] BOGUSLAWSKI, E. v. & SCHNEIDER, B.: Die dritte Annäherung des Ertragsgesetzes. Z. Acker- u. PflBau. **114**. 221—236; **116**. 43—128. 1962.
- [3] ECKSTEIN, O.: Arbeiten über Kalidüngung. 2. Reihe. p. 52. Verlagsges. f. Ackerbau. Berlin. 1935.
- [4] HAASE, H.: Ratgeber für den praktischen Landwirt. 7. Aufl. Siebeneichen. Berlin. 1957.
- [5] KAPPEN, H.: Die Bodenazidität. Springer. Berlin. 1929.
- [6] MACK, A. R. & BARBER, S. A.: Influence of temperature and moisture on soil phosphorus. II. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **24**. 482—484. 1960.
- [7] MITSCHERLICH, E. A.: Die Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. Parey. Berlin. 1925.
- [8] NEUBAUER, H.: Mitt. Landw. Ges. **54**. 155. 1939.
- [9] RID, H.: Einfluss der Bodenbearbeitung auf die Bodenstruktur. Landw. Forsch. **15**. 105—117. 1962.
- [10] RIEHM, H.: Die Berücksichtigung der Bodenart und der Reaktion bei der Phosphatmethode nach Egnér. Bodenk. PflErnähr. **21—22**. 316—327. 1940.
- [11] SHAW, B. T.: Soil Physical Conditions and Plant Growth. Acad. Press. New York. 1952.
- [12] SIGMOND, A. A. J.: Zur Frage der Laboratoriumsmethode zur Bestimmung des Düngerbedürfnisses des Bodens. Transact. 2nd Comm. Internat. Soc. Soil Sci. Budapest. Vol. A. 147. 1929.
- [13] SIK, K. & SCHÖNFELD, S.: A talajsajátságok időszakos változásairól. Agrochimia és Talajtan. **1**. 269—290. 1951.
- [14] WILLIAMS, M. S. & COUSTON, J. W.: Crop production levels and fertilizer use. FAO. Rome. 1962.

Érkezett: 1965. június 8.

Critical Remarks on the Research Work Intended to Raise Soil Productivity

S. SCHÖNFELD

National Institute for Agricultural Quality Testing, Section of Soil Science, Budapest

Summary

The efforts made in order to get a better understanding of soil productivity and the means of increasing it, have hitherto met with comparatively little success. Serious discrepancies between theoretical conclusions and practical experience have been quite common. The main reasons of this seem to be the following ones:

1. The "one-sided" quantitative principle — considering only absolute amounts without regard to proportions — has frequently been unduly exaggerated. Besides, yield curves were generally not correctly drawn. In practice these curves are not logarithmical ones as it is commonly accepted, but display points of inflection, i.e. they seem to be graphs of equations of the 3rd degree (as is shown in fig. 1.).

2. The above-mentioned "one-sidedness" manifested itself chiefly in the assumption of well-defined, constant relations between some growth factor (say a soil property) and the yield obtained. Examples for this are the plant-nutrient limit values. In fact the available amount of some nutrient substance in soil is but *one* among a number of factors determining the final result. Changes in its value may induce variable effects, owing to the value of other factors. A synoptical aspect of all growth factors seems, therefore, to be absolutely necessary.

3. The important soil properties, eg. the available nutrients, are not constants, their actual values may greatly vary with time. This fact may exert a considerable influence upon the resultant. The laws, or, at least, practical rules according to which such variations take place, have not been thoroughly studied until now, and are still unknown to a considerable extent.

As reliable evidence is still lacking in many a respect, it cannot yet be stated with certainty, what effects — and to what extent — practical management will exert upon conditions of plant growth on a given site.

Fig. 1. Yield curve. Ordinata: Increment of yield, dt/ha. Abscisse: Applied fertilizer, dt/ha

Table 1. Exchangeable K_2O , meq. per 100 g soil with various proportions of soil: solvent (1) No. of soil (2) Number of meq. NH_4 per 100 g of soil. A) Not calcareous soils B) Calcareous soils

Table 2. Dissolution of P_2O_5 , mg per 100 g soil, with different pH values.

Eine kritische Betrachtung der Forschungsarbeit in bezug auf die Erhöhung der Ertragsfähigkeit des Bodens

S. SCHÖNFELD

Landesinstitut für Landwirtschaftliche Qualitätsprüfung, Abt. für Bodenkunde, Budapest

Zusammenfassung

Das Bestreben, die Ertragsfähigkeit von Böden, sowie die Möglichkeit einer Erhöhung derselben auf Grund von Bodenuntersuchungsangaben zu ermitteln, hatte bislang nur recht mässige Erfolge zu verzeichnen. Oft lagen krasse Widersprüche zwischen theoretischen Schlüssen und praktischen Erfahrungen vor. Die hauptsächlichsten Ursachen davon dürften in folgenden Umständen liegen:

1. Das einseitig-quantitative Prinzip — Betrachtung nur absoluter Mengen, ohne Rücksicht auf Mengenverhältnisse — wurde vielfach ungehörlich in den Vordergrund gerückt. Auch die Form der Ertragskurven wurde (und wird meistens noch) falsch beurteilt. Diese Kurven (Abb. 1.) scheinen mehr solche von Gleichungen 3. Grades, als von logarithmischer Art zu sein, sie weisen Inflexionspunkte auf.

2. Die erwähnte Einseitigkeit manifestiert sich am deutlichsten in der Annahme steter, bestimmter Zusammenhänge zwischen den Werten einzelner Wachstumsfaktoren (Bodeneigenschaften) und dem Ertrag. Ein Beispiel dafür bietet die Lehre von den Nährstoff-Grenzzahlen. Der jeweilige pflanzenaufnehmbare Nährstoffvorrat im Boden stellt jedoch nur *eine* der ertragsbestimmenden Faktoren dar; Veränderungen im Zahlenwert desselben können recht unterschiedliche Auswirkungen haben, je nach der Gestalt-

тунг anderer Faktoren. Unumgänglich notwendig erscheint hier eine Methode zur synoptischen Erfassung sämtlicher Wachstumsfaktoren.

3. Der Gehalt des Bodens an pflanzenaufnehmbaren Nährstoffen — eine hochwichtige Gruppe der Ertragsfaktoren — ist nicht konstant, sondern zeitlichen Schwankungen unterworfen. Solche Schwankungen aber können die Resultante aller Faktoren, d. i. den Ertrag, wesentlich beeinflussen. Die Gesetze, oder doch zumindest Regeln, nach welchen die erwähnten Schwankungen verlaufen, wurden jedoch bislang nicht eingehend erforscht.

Wegen Mangels an ausreichenden einschlägigen Erfahrungen ist zurzeit noch nicht mit der erforderlichen Sicherheit festzustellen, auf welche Weise und in welchem Ausmass die Standortbedingungen der Pflanzen durch die verschiedenen Massnahmen der Bewirtschaftung gegebenenfalls beeinflusst werden.

Abb. 1. Ertragskurve. Vertikale Achse: Mehrertrag, dt/ha. Horizontale Achse: Handelsdüngergabe, dt/ha

Tabelle 1. Die umtauschfähige Menge K_2O , mg je 100 g Boden, bei verschiedenen Mengeverhältnissen Boden: Lösungsmittel (1) Nr. des Bodens (2) Mg Aequ. NH_4 je 100 g Boden A) Kalkarme Böden B) Kalkhaltige Böden

Tabelle 2. Die Löslichkeit des Phosphors bei unterschiedlichen pH-Zahlen (mg P_2O_5 je 100 g Boden) (1) Nr. des Bodens.

Некоторые замечания о научной работе, направленной на повышение плодородия почвы

Ш. ШЁНФЕЛЬД

Государственный институт по контролю за качеством почв и с. х. продуктов, отдел почвоведения, Будапешт

Резюме

Заклучение о возможности повышения плодородия, сделанное на основе почвенных исследований, в прошлом было возможным только в грубом приближении. Много противоречий возникало между теоретическими выводами и практическим осуществлением. Причина этих противоречий скрывается в следующем:

1. Одностороннее применение количественного принципа — принимая во внимание только абсолютное количество, но не количественное соотношение — было выдвинуто на передний план. В основном не правильно проводилась оценка урожайных кривых. Эти кривые (Рис. 1.) не логарифмические, как это предполагалось, а представляют собой графики уравнения третьей степени; имеются точки инфлексии.

2. Упомянутая односторонность проявляется главным образом в том предположении, что имеется определенная и постоянная зависимость между величиной фактора урожайности (например свойства почвы) и полученным урожаем. Хорошим примером тому служит теория предельных величин питательных веществ. В действительности запас усвояемых веществ в почве является только *одним* из факторов, определяющих формирование урожая; в этом смысле результаты расхождений могут быть довольно различными в зависимости от влияния других факторов. Таким образом, бесспорным кажется синоптический подход к разработке всех факторов влияющих на формирование урожая.

3. Такая важная с точки зрения растениеводства величина, как например, количество подвижных питательных элементов, не является постоянной, а беспрестанно изменяется. Эти изменения могут значительно влиять на совокупность всех других условий, то есть на образование урожая. Закономерность этих изменений — или по крайней мере их правила — в процессе исследований до сих пор еще не выяснены.

Без соответствующих достоверных опытов нельзя правильно решить как, в каких случаях и в какой мере различные сельскохозяйственные приемы изменяют условия произрастания растений.

Табл. 1. Количество обменного K_2O , в мг/100 гр почвы, в случае соотношения различные почвы: растворяющее вещество. (1) Номер почвы. (2) NH_4 в мг/экв/100 гр почвы. А) Почва бедная известью. В) Карбонатная почва.

Табл. 2. Растворимость фосфора при различных значениях pH, P_2O_5 в мг/100 гр почвы. (1) Номер почвы.

Рис. 1. Кривая урожайных данных. Вертикальная ось: прибавки урожая в ц/га. Горизонтальная ось: дозы минеральных удобрений в ц/га.